

УДК 004.932:616-073.756.8

Алхімова С.М., Железний О.С.

**ПРОБЛЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ЗОНИ УВАГИ В
ПЕРФУЗІЙНИХ МАГНІТНО-РЕЗОНАНСНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ**

Національний Технічний Університет України «КПІ»,

Київ, Янгеля 16/2, 03056

Alkhimova S.M., Zheleznyi O.S.

**AUTOMATIZATIONS PROBLEM FOR REGION OF INTEREST
DETECTION IN PERFUSION MAGNETIC RESONANCE IMAGING**

National Technical University of Ukraine «KPI»,

Kyiv, Yangelya 16/2, 03056

Анотація. В роботі розглядається проблема автоматизованого підходу визначення зон уваги в перфузійній магнітно-резонансній томографії.

Ключові слова: перфузія, магнітно-резонансна томографія, автоматизація, зони уваги.

Abstract. In this paper we consider the problem of the automatic approach to detect region of interest on perfusion magnetic resonance images.

Key words: perfusion, magnetic resonance imaging, automatization problem, region of interest.

Вступ. Одним з найбільш перспективних напрямків дослідження перфузії є метод динамічної контрастної магнітно-резонансної томографії (МРТ) з введенням контрастної речовини автоматичним інжектором. Цей метод надає лікарям можливість оцінити не тільки факт накопичення контрастної речовини в тканинах, але й динаміку цього процесу з визначенням кількісних часових параметрів накопичення контрасту. Динамічна контрастна МРТ використовується для візуалізації та аналізу мозкового кровотоку, що безумовно полегшує проведення діагностики пацієнтів із інсультами та

пухлинами головного мозку.

Під час проведення перфузійного МРТ-дослідження отримують серію зображень в аксіальній площині до, під час та після введення болюса контрастної речовини в кровоносну систему пацієнта. Зміна інтенсивності отриманого в дослідженні сигналу дозволяє отримувати інформативні дані щодо перфузійних характеристик досліджуваних тканин. Проходження та накопичення частинок контрастної речовини в тканинах викликає локальну неоднорідність, яка, в свою чергу, є причиною зміни інтенсивності сигналу в часі. Послідовне отримання серії зображень протягом дослідження з фіксацією зміни такого сигналу в часі надає дані для побудови на основі теорії розведення індикатора моделі кровопостачання в різних тканинах мозку [1]. За рахунок обробки даних перфузійного МРТ-дослідження отримують як кількісні показники перфузійних характеристик тканин на томографічному зрізі, так і візуальні, так звані перфузійні карти, що є наочною інтерпретацією кровопостачання тканин у вигляді зображень. До основних перфузійних характеристик відносяться об'єм крові (rCBV, relative Cerebral Blood Volume), кровотік (rCBF, relative Cerebral Blood Flow) та середній час проходження контрасту (rMTT, relative Mean Transit Time) [2]. За даними динамічної контрастної МРТ додатково розраховують значення часу надходження контрасту (TTA, Time To Arrival) та часу до моменту максимального підсилення (TTP, Time To Peak).

Огляд проблеми. На сьогоднішній день обробка даних динамічної контрастної МРТ, так само як і даних від інших методів дослідження перфузії, має ряд проблем. Перш за все, вони пов'язані з відсутністю стандартизації до підходів кількісних розрахунків та засобів візуалізації отримуваних даних.

Підходи до кількісних розрахунків перфузійних характеристик вже зазнали значних еволюційних змін. Це, в першу чергу, пов'язано зі значним прогресом в галузі обчислювальної техніки. Сучасні програмно-апаратні комплекси проведення МРТ-досліджень дозволяють не тільки отримувати серії зображень із великою просторово-часовою роздільною здатністю, але й проводити швидкі

розрахунки для вирішення складних обчислювальних задач визначення перфузійних характеристик тканин. Саме можливості сучасної обчислювальної техніки дали змогу з успіхом використовувати чисельні методи і розв'язувати задачу розрахунку основних перфузійних характеристик методом деконволюції. Метод деконволюції на сьогодні є найпоширенішим для обробки даних динамічної контрастної МРТ. Але навіть лише для методу деконволюції в сучасному програмному забезпеченні від різних виробників медичного обладнання використовуються різні підходи сингулярного розкладу як чисельного методу проведення обчислень: зрізаний, блочно-циркулянтний, з обмеженими осциляціями, з регуляризацією Тихонова [2, 3].

Разом із наявністю великої кількості підходів до кількісного оцінювання перфузійних характеристик існує багато схем візуалізації перфузійних карт. Оригінальними даними будь-якої перфузійної карти є кількісні показники відповідної перфузійної характеристики тканин на томографічному зрізі. Візуалізація таких даних нічим не відрізняється від даних звичайного сірошкального зрізу томограми. Однак, з метою максимального наближення інформації перфузійних карт до нашої зорової системи прийнято виконувати кольорове моделювання даних. Перехід до кольорового подання виконується за рахунок застосування до оригінальних даних фільтра у вигляді градієнтної карти. Градієнт являє собою набір розташованих у лінійній послідовності кольорів, а градієнтна карта дозволяє замінити кожний відтінок сірого відповідним кольором із градієнта. На сьогодні, нажаль, майже в кожному програмному забезпеченні для візуалізації перфузійних карт використовуються свої схеми розподілення кольорової компоненти. Це спричиняє для лікарів труднощі в інтерпретації отриманих даних [3].

Зазначені вище проблеми кількісних розрахунків та засобів візуалізації перфузійних характеристик ускладнюються тим, що придатні для аналізу дані займають лише частину томографічного зображення. Разом з тим, дані зображення томографічного зрізу спотворені шумом різної природи. Проведення розрахунків із подальшою візуалізацією, враховуючи всі дані на

томографічному зрізі, часто призводить до отримання хибних результатів або таких, що не придатні для встановлення діагнозу.

Так, проведення кількісної оцінки перфузійних характеристик методом деконволюції потребує визначення зони, яка відповідає на зображенні крупній артерії. Саме дані кривої залежності артеріального посилення від часу значним чином впливають на кінцевий результат розрахунків в зазначеному методі. Слід зауважити, що сучасні алгоритми автоматичного пошуку артерії на зображеннях динамічної контрастної МРТ мають велику чутливість до шуму. Хибні результати пошуку призводять до помилок в оцінюванні перфузійних характеристик, а отже, потребують проведення повторних розрахунків за мануально визначеним вірним положенням артерії на зображенні томографічного зрізу. Це потребує додаткових затрат часу від лікаря, що проводить діагностичне дослідження.

Що стосується візуалізації перфузійних характеристик, то при переведенні широкого (розтягнутого на шумові викиди та дані, які не характеризують тканини мозку на зображенні томографічного зрізу) діапазону градацій сірого до кольорових даних перфузійної карти діагностичні дані будуть неминуче потрапляти в зони низького контрасту. А отже, отримана в такий чин перфузійна карта втрачає діагностичну цінність і потребує додаткових зусиль зі сторони лікаря для налаштування контрасту.

Визначення зони уваги (ROI, Region Of Interest) до проведення кількісних розрахунків та візуалізації отриманих результатів дозволяє позбутися зазначених проблем.

В сучасному програмному забезпеченні найчастіше надається можливість проводити мануально керовану порогову фільтрацію, що значно покращує результати [4]. Однак, слід зауважити, що такий підхід вимагає додаткового часу та особливої уваги від лікаря. Результати фільтрації з поточним положенням порогу необхідно перевіряти на всіх томографічних зрізах з метою перевірки на можливість відкидання значимих для дослідження даних.

Висновки. Не виникає сумнівів, що автоматизація визначення зон уваги на

зображеннях динамічної контрастної томографії є важливою прикладною задачею. Разом з тим, вирішенню цієї проблеми не приділяють значної уваги, а існуючі алгоритми потребують вдосконалень.

Найважливіші труднощі, з якими зустрічаються під час автоматизації визначення зони уваги на перфузійних МРТ-зображеннях, пов'язані з неможливістю використання константних статистичних даних в якості обмежувачів для проведення порогової фільтрації даних. Це пояснюється тим, що діапазон зміни перфузійних характеристик може значно варіюватися від одного дослідження до іншого на підставі фізіологічних властивостей пацієнтів. Крім того, різноманітність кількісних методів розрахунку, а також їх реалізація спричиняють розбіжності в отримуваних даних навіть в межах одного дослідження. Одним з можливих рішень є використання адаптованих модифікацій порогової фільтрації, що зможуть визначити діапазон потрібних значень для даних кожного окремого дослідження.

Література:

1. Lassen, N. A. and Perl, W. Tracer Kinetic Methods in Medical Physiology / Nieh A. Lassen, Will Perl // New York: Raven Press, 1979. – 189 p.
2. Bjørnerud, A. A fully automated method for quantitative cerebral hemodynamic analysis using DSC-MRI / Atle Bjørnerud, Kyrre E. Emblem // Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism. – 2010. – Vol. 30, № 5. – P.1066-1078.
3. Kudo, K Accuracy and Reliability Assessment of CT and MR Perfusion Analysis Software Using a Digital Phantom / Kohsuke Kudo, Soren Christensen, Makoto Sasaki, Leif Østergaard, et al. // Radiology. – 2012. – Vol. 267, № 1 – P.201-211.
4. Galinovic, I. Automated vs manual delineations of regions of interest - a comparison in commercially available perfusion MRI software / Ivana Galinovic, et al. // BMC Medical Imaging. – 2012. – Vol. 12:16 (July).

Стаття відправлена: 10.03.2015 р.

© Алхімова С.М., Железний О.С.